

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

การศึกษาย้อนหลังการติดเชื้อไวรัสอะดีโนในโรงพยาบาลรามธิบดี
(พ.ศ. 2555-2565): การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงผ่านวิธีการตรวจวินิจฉัย
ด้วยการเพิ่มปริมาณกรดนิวคลีอิกในห้องปฏิบัติการไวรัสวิทยา

Retrospective Study of Adenovirus Infections at Ramathibodi Hospital
(2012-2022): Investigating Risk Factors through Nucleic Acid Amplification
Testing (NAAT) in Virology Laboratory Diagnostics

กิงกาญจน์ รักษมนี¹Kingkan Rakmanee¹ตรีวัฒน์ วัฒนะโชคชัย¹Treewat Watthanachockchai¹มนัสนันท์ บุญญานุวัตร²Manutsanun Boonyanuwat²สิริพิชญา พลายแก้ว²Sirapichaya Phlykaew²ประพันธ์ สุขสุเดช³Praphan Suksudej³วอثنันยู นครศรี⁴Vorthunju Nakhonsri⁴วุฒิพงษ์ ใจหาญ⁵Wuttipong Jaihan⁵พิเชฐ ยุทธนาการวิกรม¹Pichet Yutthanakarnwikom¹ละออ ชัยลือกิจ¹La-or Chailurkit¹¹คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามธิบดี¹Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital,

มหาวิทยาลัยมหิดล

Mahidol University

²คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย²Faculty of Science, Chulalongkorn University³ห้องปฏิบัติการคลินิกเทคนิคการแพทย์³Clinical Laboratory of Medical Technology,

บริษัท แล็บเฮ้าส์ชลบุรี จำกัด

Lab House Chonburi Co., Ltd.

⁴ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ สำนักงาน⁴National Biobank of Thailand, National

พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

Science and Technology Development
Agency⁵คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย⁵Faculty of Science and Technology, Rajamangala

เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

University of Technology Thanyaburi

DOI: 10.14456/dcj.2026.32

Received: August 15, 2025 | Revised: May 20, 2026 | Accepted: May 25, 2026

บทคัดย่อ

ไวรัสอะดีโนในมนุษย์ (Human Adenovirus: HAdV) เป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อที่ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยทุกช่วงอายุ การศึกษาข้อมูลย้อนหลังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจาก ห้องปฏิบัติการไวรัสวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์

โรงพยาบาลรามธิบดี ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2565 จำนวน 46,128 ราย พบว่ามีผู้ติดเชื้อจำนวน 2,348 ราย (ร้อยละ 5.09) ในปี พ.ศ. 2556 พบผู้ติดเชื้อสูงสุดจำนวน 436 ราย (ร้อยละ 9.86) โดยเฉพาะในเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 12 ปี ได้แก่ เด็กวัยเตาะแตะ (ร้อยละ 8.46), เด็กก่อนวัยเรียน (ร้อยละ 9.17) และเด็กวัยเรียน (ร้อยละ 6.11) มีอัตราการติดเชื้อสูงกว่าทารกแรกเกิดและเด็กเล็ก (ร้อยละ 3.92) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย multivariable logistic regression พบว่าเด็กวัยเตาะแตะ (Adjusted OR=2.12, 95% CI=1.74-2.57), เด็กก่อนวัยเรียน (Adjusted OR=2.41, 95% CI=1.95-2.97) และเด็กวัยเรียน (Adjusted OR=1.63, 95% CI=1.26-2.12) มีความเสี่ยงในการติดเชื้อสูงกว่าทารกแรกเกิดและเด็กเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ขณะที่การติดเชื้อระหว่างเพศชายและหญิงไม่มีความแตกต่างกัน ตัวอย่างที่พบเชื้อไวรัสอะดีโนสูงสุดคือน้ำล้างจมูก (Adjusted OR=1.82, 95% CI=1.28-2.59) รองลงมาคือการป้ายคอ (Adjusted OR=1.70, 95% CI=1.25-2.32) การติดเชื้อไวรัสอะดีโนในช่วงก่อนการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 สูงกว่าช่วงหลังการแพร่ระบาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 1.93 เท่า (Adjusted OR=1.93, 95% CI=1.52-2.44) จากผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เพื่อเตรียมความพร้อมทางด้านการแพทย์และสาธารณสุข ในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสอะดีโนในอนาคตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ติดต่อผู้พิมพ์: ละออ ชัยลือกิจ

อีเมล: laor.cha@mahidol.ac.th

Abstract

Human adenovirus (HAdV) has been identified as a significant causative agent of infection, affecting patients of all age demographics. The present retrospective study was conducted with the objective of investigating the association of risk factors with adenovirus infection. An analysis was conducted on data from the Virology Laboratory, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, from 2012 to 2022. The study included a total of 46,128 individuals. The study identified 2,348 infections (5.09%), with the highest number of infections (436, 9.86%) recorded in 2013. In particular, the infection rate was found to be higher in children under 12 years. The former group included toddlers (8.46%), preschoolers (9.17%), and school-aged children (6.11%), with the infection rate greater than for the newborn and infant being 3.92%. Correlation analysis was performed. Multivariable logistic regression analysis revealed that toddlers (Adjusted OR=2.12, 95% CI=1.74-2.57), preschoolers (Adjusted OR=2.41, 95% CI=1.95-2.97), and school-aged children (Adjusted OR=1.63, 95% CI=1.26-2.12) had a significantly higher risk of adenovirus infection than newborns and young children, respectively. There was no significant difference in infection risk between males and females. The sample with the highest incidence of adenovirus infection was nasal rinse fluid (Adjusted OR=1.82, 95% CI=1.28-2.59), followed by throat swabs (Adjusted OR=1.70, 95% CI=1.25-2.32). The findings reported herein pertain to adenovirus infection in the period preceding the advent of the pandemic caused by the severe acute respiratory syndrome (SARS)-coronavirus (CoV-2). The levels were found to be significantly higher than during the post-pandemic period, with an observed increase of 1.93 times (Adjusted OR=1.93, 95% CI=1.52-2.44). These findings have the potential to inform the enhancement of medical and public health preparedness in anticipation of future adenovirus outbreaks, thereby facilitating more effective responses.

Correspondence: La-or Chailurkit

E-mail: laor.cha@mahidol.ac.th

คำสำคัญ

ไวรัสอะดีโน; การศึกษาข้อมูลย้อนหลัง; โรงพยาบาล
รามธิบดี

Keywords

adenovirus; retrospective study; Ramathibodi
hospital

บทนำ

ไวรัสอะดีโน (Adenovirus: AdV) เป็น DNA virus ที่พบได้ทั่วไปทั้งในสัตว์และมนุษย์ มีความแตกต่างกันมากกว่า 100 สายพันธุ์ และมีมากถึง 49 สายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรคหลายระบบในมนุษย์⁽¹⁾ ไวรัสอะดีโนในมนุษย์ (Human Adenovirus: HAdV) สามารถทำให้เกิดการติดเชื้อได้ในทุกช่วงอายุ ส่วนใหญ่มักพบในเด็ก โดยเฉพาะในเด็กเล็กและทารก⁽²⁾ ข้อมูลประเทศจีน เด็กที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี มีอัตราการติดเชื้อไวรัสอะดีโนสูงถึงร้อยละ 84.62⁽³⁾ การตรวจวิเคราะห์ในสารคัดหลั่งจากระบบทางเดินหายใจ ส่วนล่าง (lower respiratory tract secretions) พบเชื้อ AdV มากกว่าระบบทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract secretions)⁽⁴⁾ การติดเชื้อระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง lower respiratory tract infections (LRTI) ก่อให้เกิดอาการต่าง ๆ เช่น หลอดลมอักเสบ หลอดลมฝอยอักเสบ ปอดบวม ท้องเสีย และตาแดง การติดเชื้อไวรัสอะดีโนมีความรุนแรงตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงรุนแรงมาก ยังมีรายงานการเกิดโรคปอดบวมรุนแรง และเสียชีวิตขึ้นในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงด้วย⁽⁵⁾

การติดเชื้อไวรัสอะดีโนเป็นสาเหตุสำคัญของอาการหายใจลำบากแบบเฉียบพลัน (acute respiratory distress syndrome; ARDS) ข้อมูลของประเทศจีนและข้อมูลทางคลินิกเกี่ยวกับเด็กที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล เนื่องจากการติดเชื้ออะดีโนไวรัส ระหว่างเดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2563 พบว่า มีอัตราการตายสูง⁽⁴⁾ แม้กระทั่ง ในเด็กที่มีสุขภาพแข็งแรง⁽⁶⁾ ในปี พ.ศ. 2563 มีรายงานการติดเชื้อไวรัสอะดีโนในเด็กทารกอายุ 15 วัน ที่มีความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด (coagulation disorders) และภาวะขาดออกซิเจน (hypoxemia) โดยตรวจพบเชื้อไวรัสอะดีโนสายพันธุ์ย่อยดี 53 (HAdV-D53) ในเลือดและเสมหะ มีอาการของโรคปอดบวมอย่างรุนแรง และลูกกลายอย่างรวดเร็วไปสู่ภาวะอวัยวะล้ม

เหลวหลายส่วน (multiple organ failure syndrome) และเสียชีวิตในที่สุด⁽⁷⁾ ไวรัสอะดีโนสปีชีส์บี (HAdV-B) เป็นอีกสปีชีส์ (species) หนึ่งที่แพร่ระบาดมากที่สุด และมีแนวโน้มที่ก่อให้เกิดโรคร้ายแรงมากกว่าสายพันธุ์อื่น⁽⁸⁾ ในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องพบว่า มีอัตราการเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 70⁽¹⁾ การติดเชื้อไวรัสอะดีโนร่วมกับเชื้ออื่น ๆ มีอุบัติการณ์ที่สูงขึ้นและมีรายงานการติดเชื้อไวรัสอะดีโนสายพันธุ์ต่าง ๆ เข้าในผู้ป่วย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการเฝ้าระวัง⁽⁸⁾ นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อไวรัสอะดีโนสามารถทนทานต่อสารฆ่าเชื้อได้หลายชนิด และก่อให้เกิดการติดเชื้อได้ตลอดทั้งปี⁽⁹⁾ และเมื่อเร็ว ๆ นี้ยังมีรายงานพบผู้ป่วย coronavirus disease 2019 (COVID-19) ที่มีการติดเชื้อไวรัสอะดีโนร่วมด้วย⁽¹⁰⁾

เนื่องด้วยปัจจุบันมีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาพยาบาลจากการติดเชื้อไวรัสอะดีโนในโรงพยาบาลรามธิบดีอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นโรงพยาบาลระดับตติยภูมิ (Tertiary care) และมีข้อมูลที่สะท้อนสถานการณ์ระดับประเทศได้ จึงนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษานี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาร้อยละการติดเชื้อในสิ่งส่งตรวจ และปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับศึกษาทางด้านระบาดวิทยาของเชื้อไวรัสอะดีโน เพื่อเตรียมความพร้อมป้องกันโรค รวมทั้งส่งเสริมมาตรการเฝ้าระวังและการป้องกันการติดเชื้อไวรัสอะดีโน ให้มีประสิทธิภาพและครอบคลุมในทุกมิติ

วัสดุและวิธีการศึกษา**รูปแบบการศึกษา**

การศึกษาทางระบาดวิทยาเชิงสังเกต (observational study) และการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง (retrospective study) เพื่อศึกษาร้อยละการติดเชื้อในกลุ่มผู้ป่วยที่สงสัยว่าติดเชื้อไวรัสอะดีโน ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีอาการไข้ ไอ เจ็บ

คอ คัดจมูก น้ำมูกไหล ต่อมน้ำลายโต หอบ หายใจลำบาก เป็นต้น

ขอบเขตการศึกษา

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยต้องสงสัย (suspect case) ที่ติดเชื้อไวรัสสอะดีโน จากห้องปฏิบัติการไวรัสวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (inclusion criteria)

ได้แก่ ข้อมูลด้านประชากร (เพศ อายุ ชนิดสิ่งส่งตรวจทางการแพทย์ ข้อมูลจำแนกรายเดือน ข้อมูลจำแนกรายปี) และข้อมูลการตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสสอะดีโน จากตัวอย่างระบบทางเดินหายใจของผู้ป่วย ด้วยวิธี Nucleic Acid Amplification test (NAAT) ที่ใช้เป็นวิธีการตรวจวิเคราะห์มาตรฐาน

เกณฑ์การคัดเลือกรายการ (exclusion criteria)

ได้แก่ ข้อมูลการตรวจหาเชื้อไวรัสสอะดีโนที่ไม่ใช่ตัวอย่างจากระบบทางเดินหายใจ การตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรมของเชื้อก่อโรคชนิดอื่น และข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเชื้อไวรัสสอะดีโน

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

เริ่มจากการจำแนกข้อมูลตัวแปรอิสระได้แก่ แยกตามเพศ (sex): เพศชาย (male) และเพศหญิง (female) แยกตามกลุ่มอายุ (age): กลุ่มอายุน้อยกว่า 1 ปี (newborn & infant), กลุ่มอายุมากกว่า 1 ปีถึง 3 ปี (toddler), กลุ่มอายุมากกว่า 3 ปีถึง 6 ปี (preschooler), กลุ่มอายุมากกว่า 6 ปีถึง 12 ปี (school-aged child), กลุ่มอายุมากกว่า 12 ปีถึง 18 ปี (adolescent), กลุ่มอายุมากกว่า 18 ปีถึง 60 ปี (adult) และกลุ่มอายุมากกว่า 60 ปี (elderly) แยกตามประเภทของสิ่งส่งตรวจทางการแพทย์ (specimen): nasal swab (NS), nasal wash (NW), nasopharyngeal aspirate (NPA), nasopharyngeal swab (NPS), nasopharyngeal wash (NPW) และ throat swab (TS) แยกข้อมูลเป็นรายเดือน (month) และปี (year)

จำแนกข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ ตรวจพบสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสสอะดีโน (ผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสสอะ

ดีโน) และตรวจไม่พบสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสสอะดีโน (ผู้ป่วยไม่ติดเชื้อไวรัสสอะดีโน)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การเตรียมข้อมูลดำเนินการโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2021 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้โปรแกรม STATA (version 18) และการสร้างกราฟเพื่อนำเสนอข้อมูลใช้โปรแกรม R (version 4.3.2) ผ่าน RStudio (version 2024.09.0-375) โดยทำการวิเคราะห์สถิติเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistical analysis) ใช้ศึกษาลักษณะทั่วไปของประชากร โดยรายงานจำนวนความถี่ (frequency) และร้อยละ (percentage) สำหรับข้อมูลอายุจะใช้ค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (median with interquartile range: IQR) ร่วมกับค่าต่ำสุด (minimum) และค่าสูงสุด (maximum)

2. สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistical analysis) ใช้ศึกษาหาความสัมพันธ์และระดับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการตรวจพบเชื้อไวรัสสอะดีโน

2.1 การวิเคราะห์ตัวแปรเดี่ยว (univariable analysis) ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ได้แก่ เพศ, กลุ่มอายุ, ชนิดสิ่งส่งตรวจ และช่วงระยะเวลาเวลาการแพร่ระบาดของโรค covid-19) กับตัวแปรตาม (การตรวจพบเชื้อไวรัสสอะดีโน) โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-squared test) หรือการทดสอบความแม่นยำของฟิชเชอร์ (Fisher's exact test) ในกรณีที่จำนวนความถี่ที่คาดหวังในตารางน้อยกว่า 5 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และวิเคราะห์ด้วยการถดถอยลอจิสติกแบบตัวแปรเดี่ยว (univariable logistic regression) เพื่อคำนวณหาความเสี่ยงขั้นต้นในรูปของอัตราส่วนโอกาสอย่างหยาบ (crude odds ratio: crude OR) พร้อมรายงานช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 95 (95% confidence interval: 95% CI)

2.2 การวิเคราะห์พหุตัวแปร (multivariable analysis) นำตัวแปรอิสระทั้งหมดจากการวิเคราะห์ปัจจัยเดี่ยวเข้าสู่โมเดลการถดถอยลอจิสติกแบบพหุตัวแปร (multivariable logistic regression) เพื่อควบคุมตัวแปร

รบกวน (confounding factor) โดยรายงานค่าอัตราส่วน
ออดส์ปรับ (adjusted odds ratio: adjusted OR) พร้อม
รายงานช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 95

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย

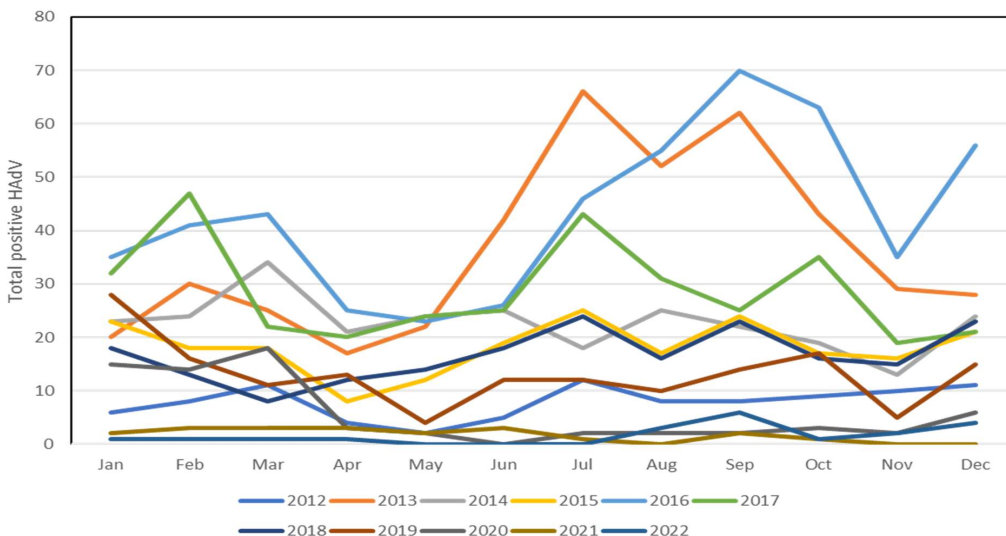
การศึกษานี้ได้รับการอนุมัติการรับรองด้าน
จริยธรรมและการวิจัยในคนเลขที่ COA.MURA2023 /254
จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์
โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 7
มีนาคม พ.ศ. 2566

ผลการศึกษา

จากข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ
ไวรัสวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี
มีสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยที่ต้องสงสัยว่าติดเชื้อไวรัสอะดีโน
ทั้งสิ้น 46,128 ราย พบติดเชื้อไวรัสอะดีโน 2,348 ราย
(ร้อยละ 5.09) ร้อยละการติดเชื้อไวรัสอะดีโน ตามเดือน
ปฏิทิน ระหว่างเดือน มกราคม-ธันวาคม ตั้งแต่ปี

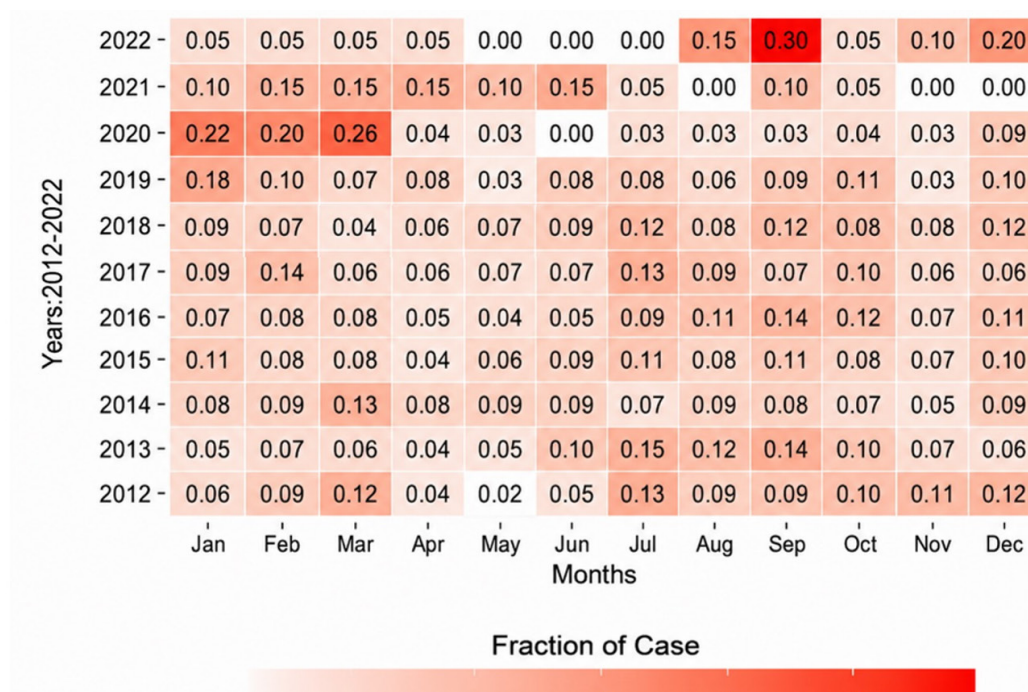
พ.ศ. 2555-2565 พบว่าเดือนกรกฎาคม มีผู้ติดเชื้อ
ไวรัสอะดีโน มากที่สุด 249 ราย (ร้อยละ 6.15) และ
น้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 146 ราย (ร้อยละ 3.69)
จากการจำแนกผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน ในแต่ละปี พบว่า
ปี พ.ศ. 2556 มีผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน สูงที่สุดจำนวน
436 ราย (ร้อยละ 9.86) ในปี พ.ศ. 2565 มีผู้ติดเชื้อ
ไวรัสอะดีโน ต่ำที่สุด จำนวน 20 ราย (ร้อยละ 0.88)

จากข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2565 พบสัดส่วน
ของจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสอะดีโน มากที่สุดใน
ปี พ.ศ. 2559 (ร้อยละ 22.06) ปี พ.ศ. 2556 (ร้อยละ
18.70) และ ปี พ.ศ. 2560 (ร้อยละ 14.65) ส่วนในปี
พ.ศ. 2564-2565 พบสัดส่วนของจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อ
ไวรัสอะดีโน น้อยที่สุด (ร้อยละ 0.85) โดยพบผู้ป่วย
ที่ติดเชื้อไวรัสอะดีโน มากที่สุดในเดือน กันยายน (ร้อยละ
10.99) และ กรกฎาคม (ร้อยละ 10.60) ขณะที่เดือน
เมษายน-พฤษภาคม มีผู้ป่วยค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 5.4-
5.5) ตามภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 จำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสอะดีโนทั้งหมดจำแนกตามเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2565

Figure 1 Total number of adenovirus-infected patients between 2012 and 2022



ภาพที่ 2 สัดส่วนของผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโนทั้งหมดจำแนกตามเดือนระหว่างปี พ.ศ.2555-2565

Figure 2 Proportion of adenovirus-infected patients between 2012 and 2022

เมื่อจำแนกตามปัจจัยทางประชากรศาสตร์ พบว่าเพศชายติดเชื้อไวรัสอะดีโนสูงกว่าเพศหญิง พบผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน 1251 ราย (ร้อยละ 5.38) จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยทั้งสิ้นจำนวน 30,446 ราย พบว่าการกระจายตัวของอายุมีลักษณะเบ้ขวาอย่างชัดเจน (Skewness=1.26) โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเด็กเล็ก มีค่ามัธยฐานของอายุเท่ากับ 2 ปี (พิสัยระหว่างควอร์ไทล์: 0-36 ปี) และมีช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิด (<1 ปี) ถึงอายุ 105 ปี โดยพบอัตราการติดเชื้อสูงสุดในกลุ่ม preschooler มีผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน จำนวน 308 ราย (ร้อยละ 9.17) รองลงมาคือกลุ่ม toddler มีผู้ติดเชื้อ จำนวน 471 ราย (ร้อยละ 8.46) ในขณะที่กลุ่ม elderly มีผู้ติดเชื้อต่ำที่สุด 37 ราย (ร้อยละ 0.49) ด้านชนิด สิ่งส่งตรวจทางการแพทย์จำนวน 37,758 ตัวอย่าง พบว่า NW เป็นสิ่งส่งตรวจที่พบเชื้อไวรัสอะดีโนสูงสุด (ร้อยละ 12.55) รองลงมาคือ TS (ร้อยละ 9.39) และ NPW (ร้อยละ 9.91) นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาการระบาดของ COVID-19 พบว่าการตรวจพบเชื้อ

ไวรัสอะดีโนในช่วงก่อนการระบาด (ร้อยละ 5.53) สูงกว่าช่วงหลังการระบาด ตามตารางที่ 1

การศึกษาความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างปัจจัยเสี่ยงในการวิเคราะห์แบบ univariable analysis ได้แก่ เพศ อายุ และสิ่งส่งตรวจทางการแพทย์ ต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโน กำหนดให้เพศหญิง (มีพฤติกรรมใส่ใจ สุขอนามัยส่วนบุคคล และระมัดระวังการสัมผัสเชื้อ มากกว่าเพศชาย) ทารกแรกเกิดและเด็กเล็ก (เป็นกลุ่มติดเชื้อหลักที่พบมากที่สุด และถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มอายุอื่น) ตัวอย่าง NPS (เป็นวิธีการเก็บสิ่งส่งตรวจทางคลินิกมาตรฐานของเชื้อก่อโรกระบบทางเดินหายใจ) และช่วงหลังการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 (ช่วงหลังการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 มีมาตรการป้องกันโรคที่เข้มงวด จึงนำมาใช้เปรียบเทียบกับช่วงก่อนการแพร่ระบาด) เป็นกลุ่มเปรียบเทียบกับจากการศึกษาพบว่าเพศชายมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโนอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับเพศหญิง (Crude OR=1.18, 95% CI=1.09-1.29) และในกลุ่ม

เด็กก่อนวัยเรียนมีอายุระหว่าง 3–6 ปี (preschooler) มีโอกาสติดเชื้อไวรัสอะดีโนสูงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี (newborn and infant) (Crude OR=2.48, 95% CI= 2.06–2.98) นอกจากนี้ ที่ 1 ในการศึกษาตัวอย่างสิ่งส่งตรวจทางการแพทย์จากระบบทางเดินหายใจพบว่าตัวอย่าง NW มีโอกาสตรวจพบเชื้อไวรัสอะดีโนอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับตัวอย่าง NPS (Crude OR =1.96, 95% CI=1.51–2.55) ตามตาราง

ตารางที่ 1 ข้อมูลของผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน จำแนกตามเพศ กลุ่มอายุ และชนิดของสิ่งส่งตรวจ

Table 1 Characteristics of the study population and specimen type.

Factors	Number	%	HAdV				p-value	Crude OR; 95% CI
			P	(%)	N	(%)		
Sex	44,546						<0.001*	
Female	21,304	47.82	976	4.58	20,328	95.42		1
Male	23,242	52.18	1,251	5.38	21,991	94.62		1.18; 1.09–1.29
Age	30,446						<0.001*	
Newborn and Infant	4,872	16.00	191	3.92	4,681	96.08		1
Toddler	5,569	18.29	471	8.46	5,098	91.54		2.26; 1.91–2.69
Preschooler	3,357	11.03	308	9.17	3,049	90.83		2.48; 2.06–2.98
School-aged child	2,046	6.72	125	6.11	1,921	93.89		1.59; 1.26–2.01
Adolescent	877	2.88	15	1.71	862	98.29		0.43; 0.25–0.72
Adult	6,239	20.49	47	0.75	6,192	99.25		0.19; 0.13–0.26
Elderly	7,486	24.59	37	0.49	7,449	99.51		0.12; 0.09–0.17
Specimen	37,758						<0.001*	
Nasopharyngeal aspirate	940	2.49	76	8.09	864	91.91		1.20; 0.94–1.54
Nasopharyngeal swab	11,405	30.21	778	6.82	10,627	93.18		1
Nasopharyngeal wash	898	2.38	89	9.91	809	90.09		1.50; 1.19–1.89
Nasal swab	21,208	56.17	716	3.38	20,492	96.62		0.48; 0.43–0.53
Nasal washing	550	1.46	69	12.55	481	87.45		1.96; 1.51–2.55
Throat swab	2,757	7.30	259	9.39	2,498	90.60		1.42; 1.22–1.64
COVID-19 pandemic	46,128						<0.001*	
Before	40,523	87.85	2,239	5.53	38,284	94.47		2.95; 2.43–3.58
After	5,605	12.15	109	1.94	5,496	98.06		1

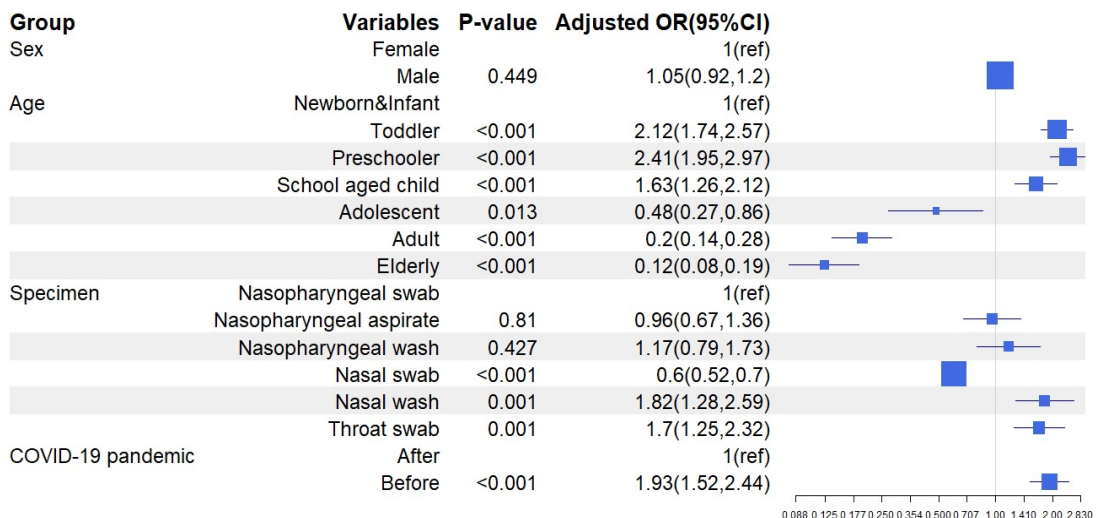
Note: HAdV=human adenovirus; P=positive; N=negative; *= p -value<0.05; p -values were calculated using the chi-squared test to assess the association between each categorical factor and a positive HAdV test result. The observed variability in the total number of factors, such as gender, age and sample type, suggests that there may be missing or incomplete medical records in the database. The percentages presented for the examined factors do not equal 100% due to rounding to two decimal places.

สำหรับการวิเคราะห์แบบ multivariable analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโนเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยต่าง ๆ จากกลุ่มผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสอะดีโน พบว่าเพศไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญต่อ

การติดเชื้อ สำหรับกลุ่มอายุ พบว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 12 ปี มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกลุ่ม preschooler มีความเสี่ยงสูงที่สุดถึง 2.41 เท่า (Adjusted OR=2.41,

95% CI=1.95-2.97) รองลงมาคือ toddler มีความเสี่ยงสูง 2.12 เท่า (Adjusted OR=2.12, 95% CI=1.74-2.57) และ school-aged child มีความเสี่ยงสูง 1.63 เท่า (Adjusted OR=1.63, 95% CI=1.26-2.12) เมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี (new-born and infant) ตามลำดับ ในขณะที่วัยรุ่นและผู้ใหญ่ (adolescent และ adult) มีความเสี่ยงลดลง (OR=0.48 และ 0.20) ส่วนผู้สูงอายุ (elderly) มีความเสี่ยงต่ำสุด (OR=0.12) เมื่อพิจารณาถึงวิธีการเก็บสิ่งส่งตรวจพบ

ว่าการตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรมจากตัวอย่าง NW มีโอกาสในการตรวจพบเชื้อสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 1.82 เท่า (Adjusted OR=1.82, 95% CI=1.28-2.59) รองลงมาคือ และ Throat swab สูงถึง 1.70 เท่า (Adjusted OR=1.70, 95% CI=1.25-2.32) รวมถึงช่วงสถานการณ์ก่อนการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่สูงกว่าช่วงหลังการแพร่ระบาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 1.93 เท่า (Adjusted OR=1.93, 95% CI=1.52-2.44) ตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีผลต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโน “multivariable analysis model”

Figure 3 Association between variables contributing to HAdV infection “multivariable analysis model”

วิจารณ์

ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2565 มีผู้ป่วยต้องสงสัยติดเชื้อไวรัส ไวรัสอะดีโน ทั้งสิ้น 46,128 ราย พบผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน 2,348 ราย (ร้อยละ 5.09) สอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศจีน ของ Moa NY และคณะในปี พ.ศ. 2565 ที่ศึกษา ผู้ป่วยติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจแบบเฉียบพลัน พบร้อยละการติดเชื้อไวรัสอะดีโน อยู่ในช่วงร้อยละ 5.8-13⁽¹¹⁾ จากการศึกษาความสัมพันธ์ในเพศชายต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโน เมื่อเทียบกับเพศหญิงพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ต่างจากงานวิจัยของ

Rani Al-Toum และคณะในปี พ.ศ. 2552 พบว่าเพศชายมีแนวโน้มที่จะติดเชื้อไวรัสอะดีโน มากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹²⁾

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเชื้อไวรัสอะดีโนเป็นสาเหตุสำคัญของโรคระบบทางเดินหายใจในเด็ก โดยเฉพาะในเด็กเล็กมีความเสี่ยงมากกว่าผู้ใหญ่ ซึ่งในการศึกษานี้พบร้อยละการติดเชื้อไวรัสอะดีโน สูงสุดในเด็กอายุ 3-6 ปี (preschooler) รองลงมาเป็นเด็กที่มีอายุ 1-3 ปี (toddler) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu XH และคณะในปี พ.ศ. 2565 และ Shieh WJ และคณะในปี

พ.ศ. 2565 ที่พบร้อยละการติดเชื้อของการติดเชื้อไวรัสอะดีโน สูงในเด็กเล็ก^(2,13) แต่ต่างจากงานวิจัยของ Yu J และคณะในปี พ.ศ. 2561 ที่พบร้อยละการติดเชื้อไวรัสอะดีโนในผู้ใหญ่ที่มีอายุ 15–34 ปีในอัตราที่สูงร้อยละ 13⁽¹⁴⁾ ส่วนเด็กแรกเกิดถึง 1 ปี (newborn and infant) พบมีผู้ติดเชื้อไวรัสอะดีโน ในระดับต่ำ ต่างจากงานวิจัยของ Xu XH และคณะในปี พ.ศ. 2565 และ Shieh WJ และคณะในปี พ.ศ. 2565 ที่พบการติดเชื้อไวรัสอะดีโนในระบบทางเดินหายใจของเด็กเล็กสูง^(2,13) จากการศึกษาความสัมพันธ์ผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่ม preschooler, toddler และ school-age child พบว่ามีโอกาสติดเชื้อไวรัสอะดีโนมากกว่ากลุ่ม newborn และ infant อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ adolescent, adult, และ elderly มีโอกาสติดเชื้อน้อยกว่ากลุ่ม newborn and infant ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าผู้ป่วยยังมีอายุเพิ่มขึ้นการติดเชื้อไวรัสอะดีโน กลับมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม การป้องกันโรคสามารถทำได้ โดยการเผยแพร่ความรู้ เกี่ยวกับการดูแลสุขอนามัยให้ถูกต้อง แก่ผู้ปกครอง และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการดูแลเด็ก การแยกเด็กที่ป่วยออกจากพื้นที่ที่มีเด็กทั่วไป ซึ่งสามารถนำมามาตรการเหล่านี้มาใช้เพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อไวรัสอะดีโนในสถานรับเลี้ยงเด็ก สโมสรเด็กเล่น สถานศึกษา และพื้นที่สาธารณะลงได้

สิ่งส่งตรวจทางการแพทย์ที่สามารถตรวจพบสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสอะดีโน มากที่สุดจาก NW รองลงมาคือ TS ซึ่งให้ความไวสูงกว่าตัวอย่าง NS ซึ่งต่างจากการศึกษาวิจัยของ Hou N และคณะในปี พ.ศ. 2563 ที่ตรวจพบเชื้อไวรัส AdV สูงใน NW , NPS และ mid-turbinate swab⁽¹⁵⁾ ซึ่งการศึกษาเชื้อไวรัสอะดีโน ในตัวอย่างสิ่งส่งตรวจเหล่านี้จะช่วยให้สามารถพิจารณาการเก็บตัวอย่างได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสอะดีโนพบมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงฤดูฝนในประเทศไทย ซึ่งต่างกับงานวิจัยของ Xie และคณะ⁽¹⁶⁾ ในปี พ.ศ. 2562 ที่พบการติดเชื้อไวรัสอะดีโน สูงสุดในช่วงเดือน มีนาคม–มิถุนายนในช่วงที่มีการติดเชื้อสูงโดยเฉพาะในเดือน

กรกฎาคม ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อไวรัสอะดีโน เพื่อเตรียมความพร้อมในการรับมือกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสอะดีโนที่อาจมีแนวโน้มเกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

ในช่วงหลังการแพร่ระบาดของ COVID-19 แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงในแนวโน้มการติดเชื้อไวรัสอะดีโนลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ukuli QA และคณะ⁽¹⁷⁾ พบเชื้อไวรัสอะดีโนสูงที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2555–2557 ภายหลังจากที่มีการแพร่ระบาดเชื้อ Severe Acute Respiratory Syndrome–Coronavirus–2 (SARS-CoV-2) ในปี พ.ศ. 2562 พบว่าการตรวจพบเชื้อไวรัสอะดีโนลดลง สะท้อนถึงมาตรการป้องกันโรคทั้งทางด้านการแพทย์และสาธารณสุขที่มีประสิทธิภาพ ปัจจุบันยังไม่มียาสำหรับเชื้อไวรัสอะดีโน ด้วยความสามารถในการแพร่เชื้อผ่าน droplet และ fomite ควรเน้นมาตรการป้องกัน เช่นการเว้นระยะห่างทางสังคม การสวมใส่หน้ากากอนามัย จะช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโนลงได้

สรุป

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ อายุ ช่วงเวลา และสิ่งส่งตรวจทางการแพทย์ต่อการติดเชื้อไวรัสอะดีโน ในกลุ่มผู้รับบริการที่โรงพยาบาลรามธิบดี พบว่าการติดเชื้อไวรัสอะดีโน ในเพศชาย และในเพศหญิงไม่แตกต่างกัน ในช่วงอายุ 3–6 ปี พบผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสอะดีโน สูงกว่าช่วงอายุอื่นๆ ในตัวอย่างสิ่งส่งตรวจทางการแพทย์ได้แก่ NW และ TS มีโอกาสที่จะตรวจพบเชื้อไวรัสอะดีโนมากกว่าตัวอย่างสิ่งส่งตรวจอื่นๆ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการเพื่อเตรียมความพร้อมทางด้านการแพทย์ และสาธารณสุข เช่นการจัดสรรบุคลากร การจัดสรรกำลังคน การเตรียมความพร้อมการจัดหายา และ เวชภัณฑ์ เป็นต้น รวมทั้งสามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมการติดเชื้อไวรัส ไวรัสอะดีโน ที่อาจเกิดการแพร่ระบาดขึ้นได้ในอนาคต

ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ

ด้วยปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของการติดเชื้อไวรัส ไวรัสอะดีโน ในครั้งนี้ อาจยังไม่ครอบคลุมปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่อาจส่งผลให้เกิดการติดเชื้อไวรัสอะดีโน ได้แก่

1. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การระบายอากาศ ความสะอาดของศูนย์รับเลี้ยงเด็ก การสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อน ซึ่งอาจทำให้มีโอกาสในการติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้น

2. ปัจจัยทางด้านสังคม เช่น สภาพความแออัดของที่พักอาศัย การกักกันและแยกผู้ป่วย การรวมกลุ่มทางสังคมในพื้นที่อยู่ร่วมกันอย่างใกล้ชิด ทำให้การแพร่กระจายเชื้อได้ง่ายขึ้น

3. ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ เช่น รายได้ของครอบครัว สิทธิการรักษาพยาบาล ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ และการรักษาโรค

4. ปัจจัยด้านการศึกษา เช่น ระดับของการศึกษาของผู้ดูแลเกี่ยวกับสุขอนามัย การเข้าถึงแหล่งข้อมูลความรู้ทางด้านสุขอนามัย ส่งผลต่อการควบคุม และป้องกันการแพร่ระบาดของโรค

ดังนั้นการศึกษาวิจัยในอนาคตควรออกแบบการศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ การศึกษา และประวัติทางคลินิกอย่างครอบคลุม ร่วมกับการตรวจวินิจฉัยทางอณูชีวโมเลกุล เพื่อให้ได้ข้อมูลทางระบาดวิทยา นำไปสู่การกำหนดมาตรการป้องกันโรคอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากห้องปฏิบัติการไวรัสวิทยาและภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นพ.มงคล คุณากรรองศาสตราจารย์ ดร.บุษบา ฤกษ์อำนาจโชค ดร.เอกวัฒน์ ผสมทรัพย์ และเจ้าหน้าที่จากภาควิชาพยาธิวิทยาที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาวิจัยภายใต้โครงการ

สนับสนุนความก้าวหน้าในสายงานสนับสนุนวิชาการ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิวิมล รัตนสิรินางสาวศศิธรณ์ ลิทธิศร นายพงศ์สันต์ นัตรแสงเจริญ และนางสาวณรรตา รัตนาไพบูลย์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติของงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Usman N, Suarez M. Adenoviruses. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing 2024.
2. Shieh WJ. Human adenovirus infections in pediatric population – An update on clinico-pathologic correlation. Biomed J. 2022;45(1):38–49. doi: 10.1016/j.bj.2021.08.009.
3. Xu D, Chen L, Wu X, Ji L. Molecular typing and epidemiology profiles of human adenovirus infection among hospitalized patients with severe acute respiratory infection in Huzhou, China. PLoS One. 2022;17(4):e0265987. doi: 10.1371/journal.pone.0265987.
4. Wu Z, Zhang R, Liu D, Liu X, Zhang J, Zhang Z, et al. Acute Respiratory Distress Syndrome Caused by Human Adenovirus in Adults: A Prospective Observational Study in Guangdong, China. Front Med (Lausanne). 2021;8:791163. doi: 10.3389/fmed.2021.791163.
5. Kajon AE, Ison MG. Severe Infections with Human Adenovirus 7d in 2 Adults in Family, Illinois, USA, 2014. Emerg Infect Dis. 2016;22(4):730–3. doi: 10.3201/eid2204.151403
6. Dotan M, Zion E, Bilavsky E, Nahum E, Ben-Zvi H, Zalcman J, et al. Adenovirus can be a serious, life-threatening disease, even in previously healthy children. Acta Paediatr. 2022;111(3):614–9. doi: org/10.1111/apa.16207.
7. Wang H, Pan T, Li X, Zhu X. Fatal adenovirus

- pneumonia in a 15-day-old infant despite extra-corporeal life support treatment: A case report. *Med Int (Lond)*. 2022;2(3):15. doi: 10.3892/mi.2022.40.
8. Wang YF, Shen FC, Wang SL, Kuo PH, Tsai HP, Liu CC, et al. Molecular Epidemiology and Clinical Manifestations of Adenovirus Respiratory Infections in Taiwanese Children. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(18):e3577. doi: 10.1097/MD.00000000000003577.
 9. Fratty IS, Reznik-Balter S, Nemet I, Atari N, Kliker L, Sherbany H, et al. Outbreak of Influenza and Other Respiratory Viruses in Hospitalized Patients Alongside the SARS-CoV-2 Pandemic. *Front Microbiol*. 2022;13:902476. doi: 10.3389/fmicb.2022.902476.
 10. Motta JC, Gómez CC. Adenovirus and novel coronavirus (SARS-Cov2) coinfection: A case report. *IDCases*. 2020;22:e00936. doi: 10.1016/j.idcr.2020.e00936.
 11. Mao NY, Zhu Z, Zhang Y, Xu WB. Current status of human adenovirus infection in China. *World J Pediatr*. 2022;18(8):533–7. doi: 10.1007/s12519-022-00568-8.
 12. Altoum R, Bdour S, Ayyash H. Adenovirus Infections in Jordanian Hospitalized Pediatric Patients: Prevalence and Clinical Features. *Jordan Medical Journal [Internet]*. 2009; [cited 2026 Apr 29]. Available from URL: https://www.researchgate.net/publication/272174621_Adenovirus_Infections_in_Jordanian_Hospitalized_Pediatric_Patients_Prevalence_and_Clinical_Features
 13. Xu XH, Fan HF, Shi TT, Yang DY, Huang L, Zhang DW, Lu G. Analysis of mortality risk factors in children with severe adenovirus pneumonia: A single-center retrospective study. *Pediatr Neonatol*. 2023;64(3):280–7. doi: 10.1016/j.pedneo.2022.06.016.
 14. Yu J, Xie Z, Zhang T, Lu Y, Fan H, Yang D, et al. Comparison of the prevalence of respiratory viruses in patients with acute respiratory infections at different hospital settings in North China, 2012–2015. *BMC Infect Dis*. 2018;18(1):72. doi: 10.1186/s12879-018-2982-3.
 15. Hou N, Wang K, Zhang H, Bai M, Chen H, Song W, et al. Comparison of detection rate of 16 sampling methods for respiratory viruses: a Bayesian network meta-analysis of clinical data and systematic review. *BMJ Glob Health*. 2020;5(11):e003053. doi: 10.1136/bmjgh-2020-003053.
 16. Xie L, Zhang B, Xiao N, Zhang F, Zhao X, Liu Q, et al. Epidemiology of human adenovirus infection in children hospitalized with lower respiratory tract infections in Hunan, China. *J Med Virol*. 2019;91(3):392–400. doi: 10.1002/jmv.25333.
 17. Ukuli QA, Erima B, Mubiru A, Atim G, Tugume T, Kibuuka H, et al. Molecular characterisation of human adenoviruses associated with respiratory infections in Uganda. *BMC Infect Dis*. 2023;23(1):435. doi: 10.1186/s12879-023-08403-9.